

15/05/2024 | TH Wildau – Verkehrswissenschaftliches Kolloquium

Zugorientierter Ansatz als Treiber der Innovation – Advanced Protection System (APS) nächste Generation der Sicherungstechnik

ROLF PENSOLD, DB INFRA AG



1 Motivation für Innovation

2 Zugorientierter Ansatz als Treiber der Innovation

3 Spannungsfeld im europäischen Kontext

Politik und Gesellschaft haben große Erwartungen an grundlegende technologische Innovationen im System Eisenbahn

Erwartungen an das System Eisenbahn

Verlagerung von Verkehren auf die Schiene als wesentlicher Schlüssel zur **CO2-Reduktion** im Verkehrsbereich

Verdoppelung der **Fahrgastzahlen** bis 2030

Erhöhung des **Eisenbahnanteils** für den **Güterverkehr** im Modal Split auf 25%



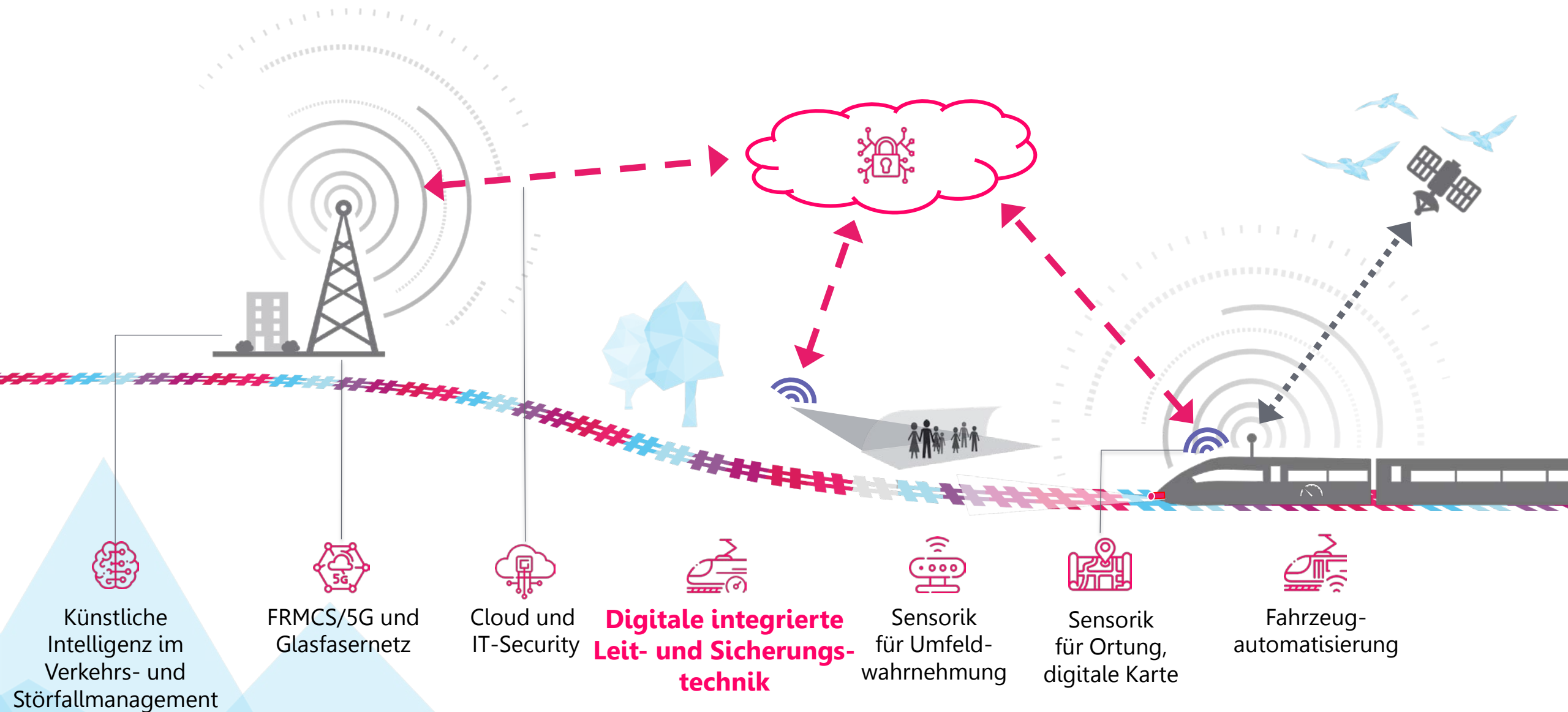
Maßnahmen

- Notwendigkeit die **Netzkapazität um 35%** zu erhöhen
- Neben dem Netzausbau sind **technologische Innovation und Digitalisierung** die Game Changers um die Kapazität zu erhöhen
- Diese Hebel für die **Eisenbahn verfügbar** zu machen, ist Aufgabe der **Digitalen Schiene Deutschland**



Stufe 2
Digitalisierung Bahnsystem (DBS)

Motivation für Innovation



Künstliche Intelligenz im Verkehrs- und Störfallmanagement

FRMCS/5G und Glasfasernetz

Cloud und IT-Security

Digitale integrierte Leit- und Sicherungstechnik

Sensorik für Umfeldwahrnehmung

Sensorik für Ortung, digitale Karte

Fahrzeugautomatisierung



INTELLIGENTE STEUERUNG



DIGITALISIERTE INFRASTRUKTUR



HOCHAUTOMATISIERTE FAHRZEUGE

Zielbild für Digitalisierung Bahnsystem (DBS) – Stufe 2

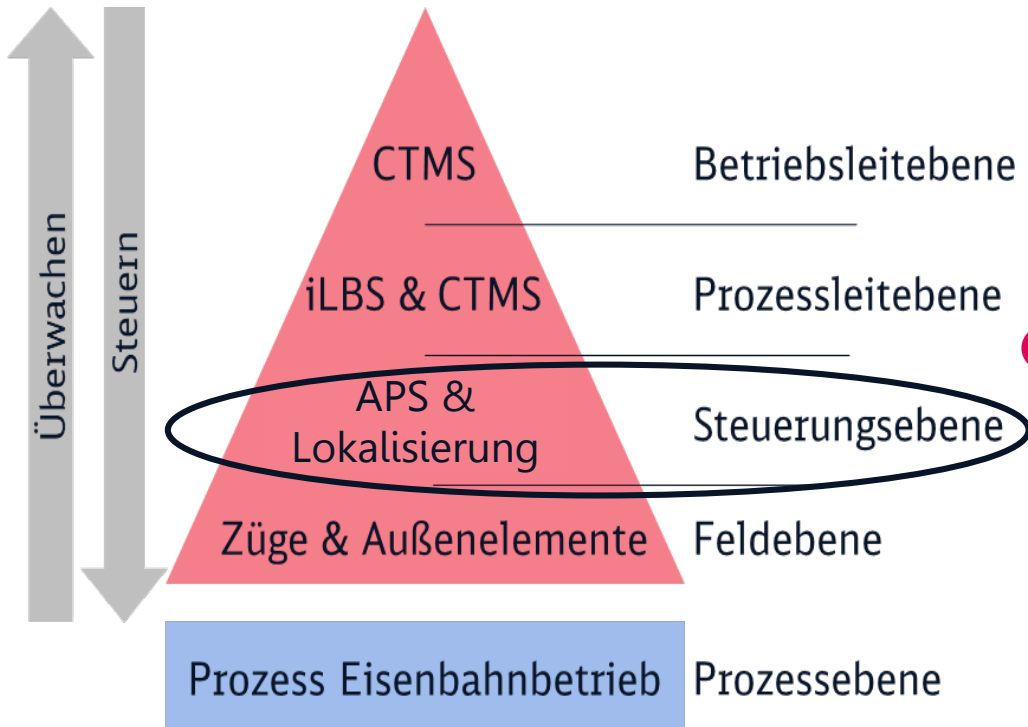
Digitale **Fahrgastlenkung** optimiert Passagierströme in Echtzeit

Störungen werden automatisiert erkannt und **schneller** bearbeitet

KI-basiertes **Verkehrsmanagement** plant und steuert Trassen und Züge

Züge fahren in **optimalen Abständen**

Züge fahren **automatisiert** und **erkennen** ihr **Umfeld**



Zielbild für Digitalisierung Bahnsystem (DBS) – Stufe 2

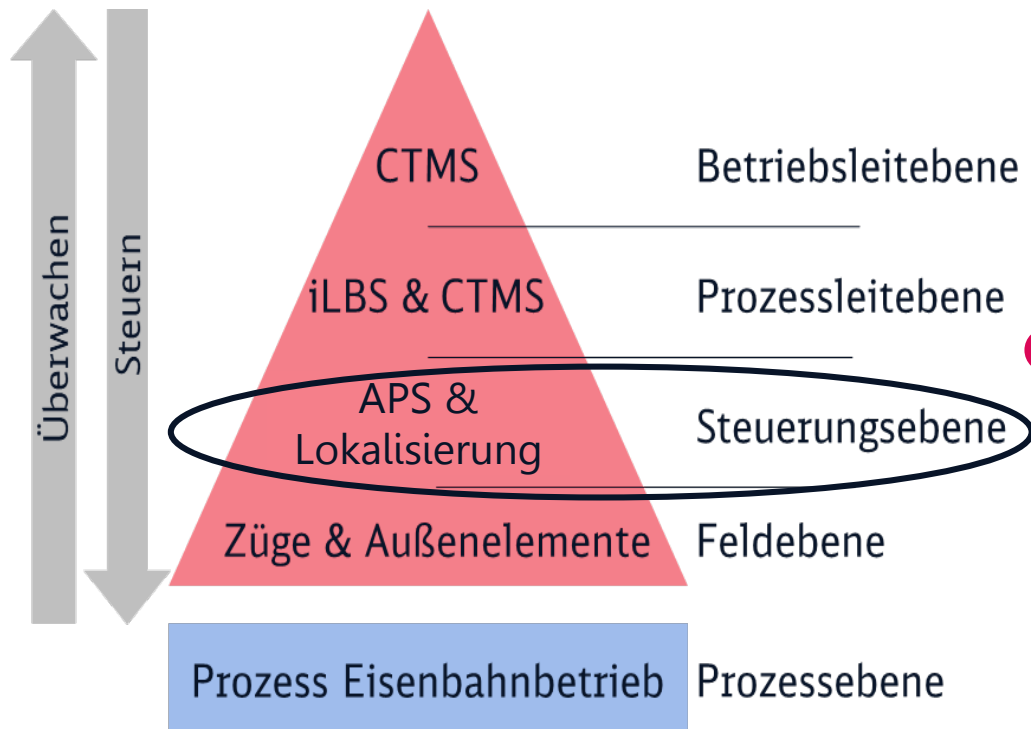
Digitale **Fahrgastlenkung** optimiert Passagierströme in Echtzeit

Störungen werden automatisiert erkannt und **schneller** bearbeitet

KI-basiertes **Verkehrsmanagement** plant und steuert Trassen und Züge

Züge fahren in **optimalen Abständen**

Züge fahren **automatisiert** und **erkennen** ihr **Umfeld**



Zielbild für Digitalisierung Bahnsystem (DBS) – Stufe 2

Digitale **Fahrgastlenkung** optimiert Passagierströme in Echtzeit

Störungen werden automatisiert erkannt und **schneller** bearbeitet

KI-basiertes **Verkehrsmanagement** plant und steuert Trassen und Züge

Züge fahren im optimalen Abstand

→ **Zugorientierter Ansatz** als Treiber der Innovation

Züge fahren **automatisiert** und **erkennen** ihr **Umfeld**

1 **Motivation** für Innovation

2 **Zugorientierter Ansatz** als Treiber der Innovation

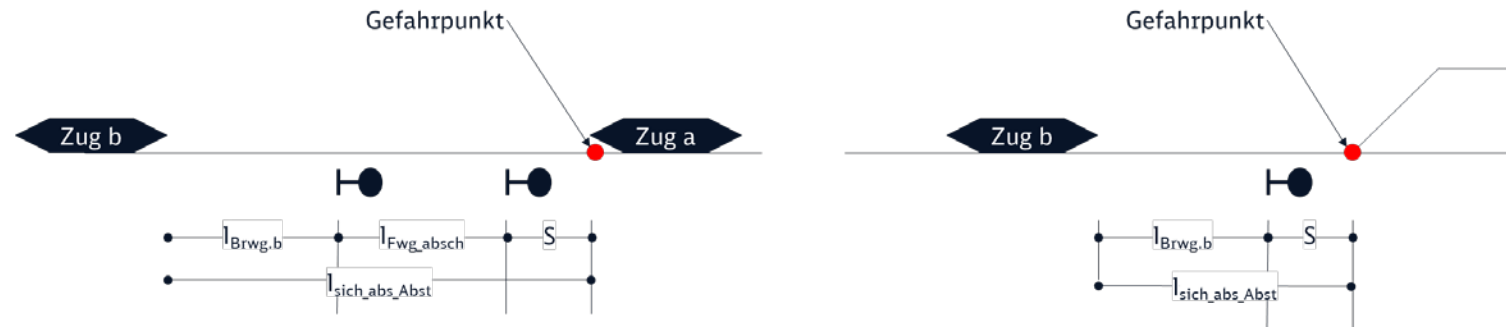
3 **Spannungsfeld** im europäischen Kontext

Fahren im festen Raumabstand

Für das *Fahren im Festen* Raumabstand werden *definierte Fahrwegabschnitte* festgelegt.

Die betrieblichen Grundregeln lauten bei diesem herkömmlichen Verfahren:

- dass ein Fahrwegabschnitt immer nur von einem Zug befahren werden darf,
- vor der erneuten Befahrung eines Fahrwegabschnitts muss dieser frei von Gefahrenpunkten sein,
- ein vorausfahrender Zug muss rückwärtig vor der Befahrung seines Fahrwegabschnitts durch den Folgezug geschützt sein.



Die **Fahrweg-** und **Zugfolgeregelung** erfolgt bei herkömmlichen Stellwerken bzw. Blockanlagen **diskret** und **anhand Fahrstraßen bzw. Blockabschnitten** für **fest vordefinierte Fahrwegabschnitte**.

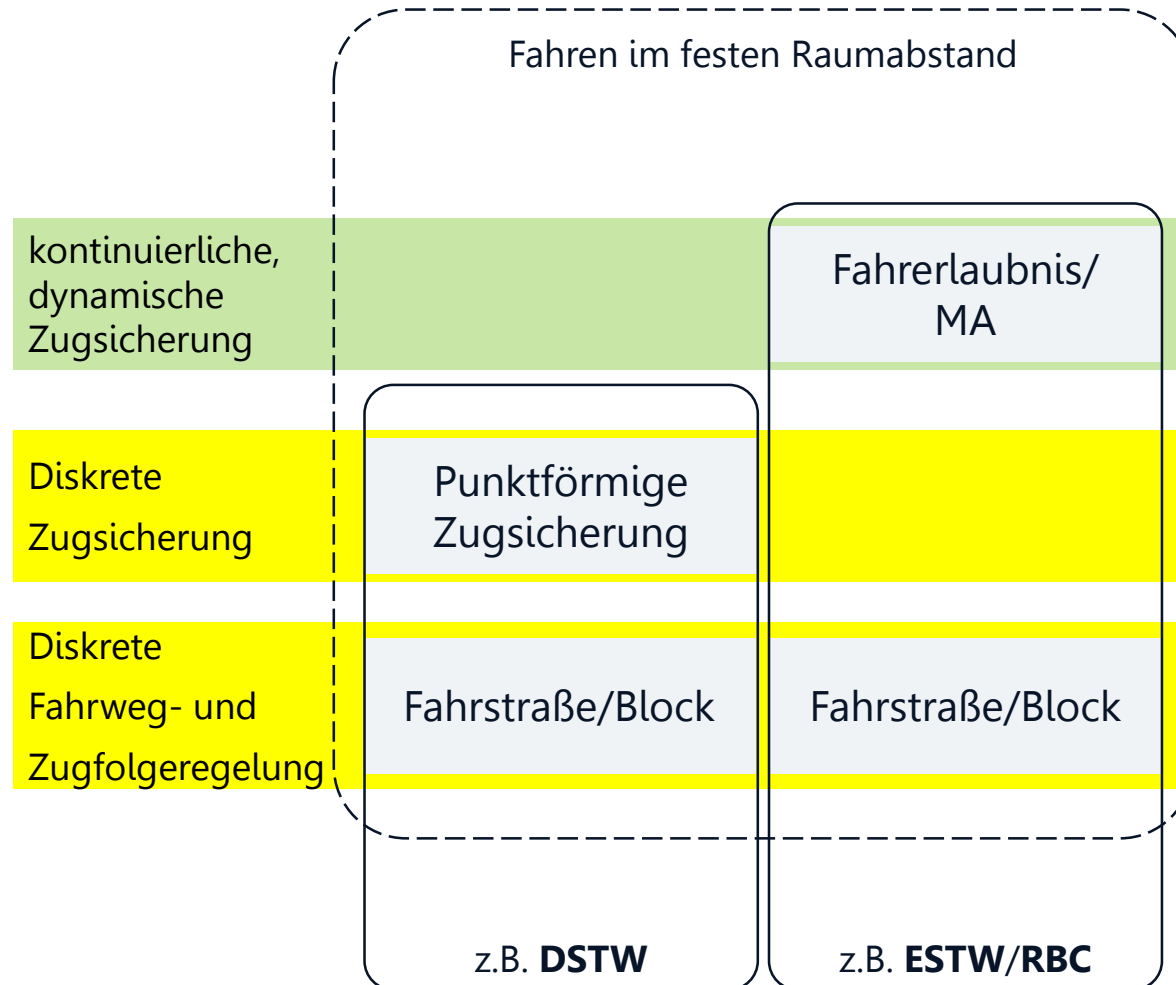
Die Regelung von Fahrweg und Zugfolge basiert auf:

- Vordefinierten Start- und Zielpunkten für vorgeplante Fahrwegabschnitte.
- Ausschlüssen durch Belegung von Fahrwegabschnitten.
- Ausschlüssen durch bewegliche Fahrwegelemente.
- Bereits erteilte Beanspruchung von Fahrwegabschnitten, z.B. durch Fahrstraßen, Durchrutschwege oder Flankenschutz.

Fahrstraßen bzw. **Blockabschnitte** sind **Hilfsobjekte** für das eigentlich zu sichernde Objekt Zug.

→ Die erzielbare Streckenkapazität hängt – unter anderem – von den streckenseitig vorinstallierten, festen Fahrwegabschnitten ab.

Zugorientierter Ansatz als Treiber der Innovation



Fahren im absoluten Bremswegabstand

Für das Fahren im *absoluten Bremswegabstand* muss der Bremswegabstand bestimmt werden, indem ein Zug aus seiner aktuellen Ausgangsgeschwindigkeit zum Stillstand kommt, um einen auftretenden Gefahrpunkt nicht zu überfahren. Dies erfordert eine kontinuierliche und dynamische Abstandsmessung zu Gefahrpunkten.

→ Die Regelung von Fahrweg und Zugfolge kann somit ebenfalls kontinuierlich und dynamisch erfolgen.



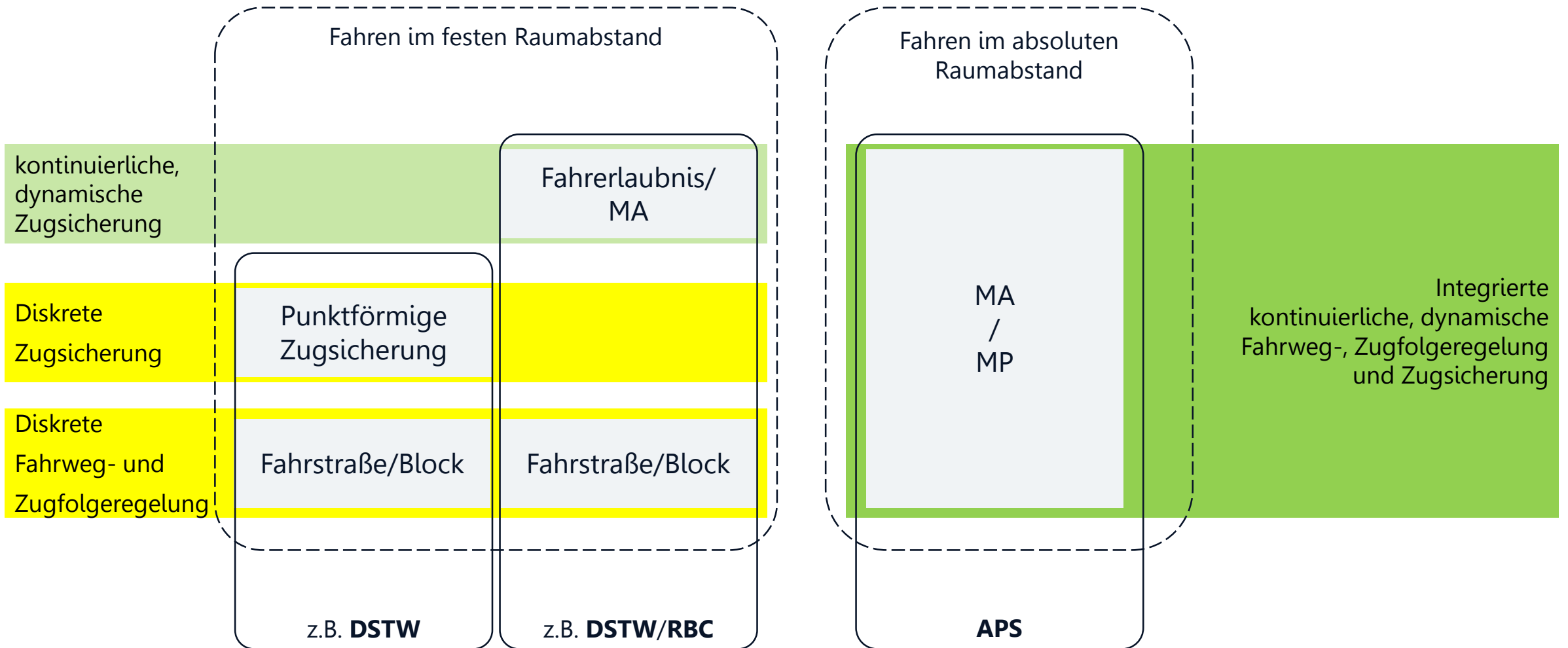
Die **Fahrweg- und Zugfolgeregelung** erfolgt durch **APS kontinuierlich, dynamisch** und **frei von festen Abschnitten**.

Die Regelung von Fahrweg und Zugfolge basiert rein auf topologischen Ausschlüssen:

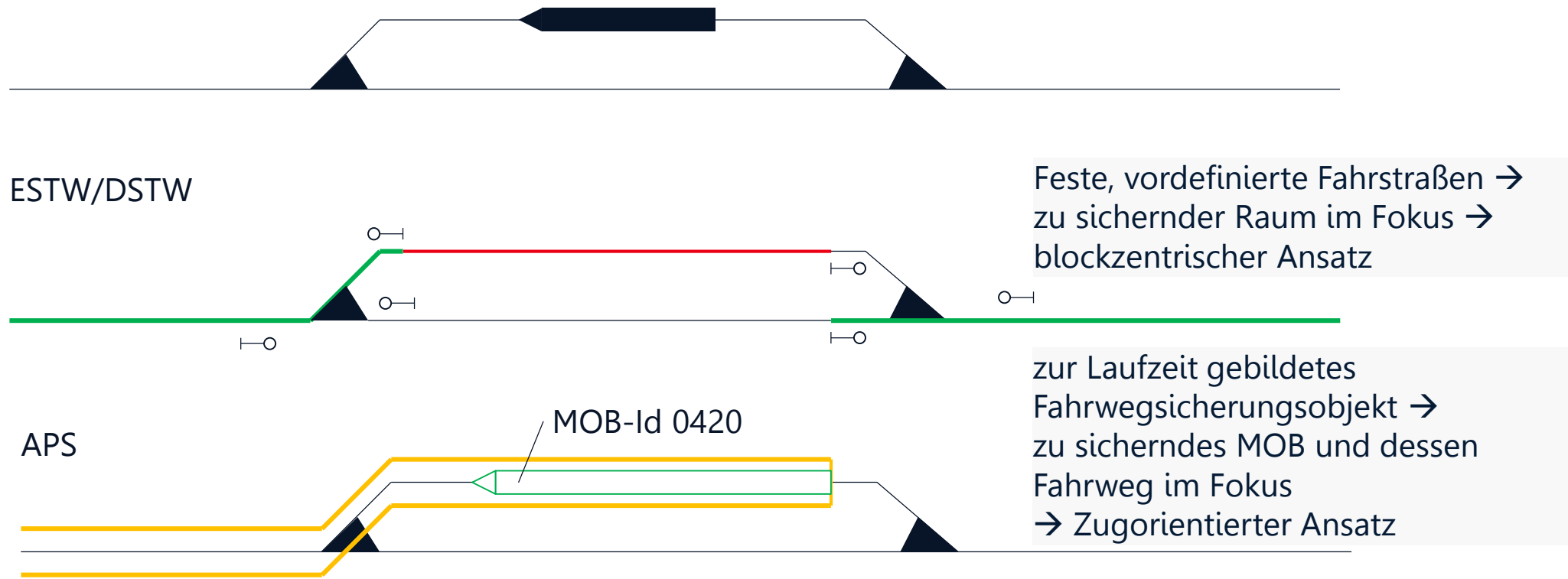
- direkt den Zug repräsentierender Objekte (Position/Ausdehnung des Zuges inkl. Ungenauigkeit/Sicherheitszuschläge)
- bewegliche Fahrwegelement
- bereits erteilten Fahrterlaubnissen (Inanspruchnahme von Fahrwegen - movement permissions).

→ *Das eigentliche Sicherungsobjekt Zug (movable object - MOB) ist permanent in der Fahrweg- und Zugfolgesicherung vorhanden. Eine ihm zugeordnete movement permission (MP) entsteht bei Bedarf.*

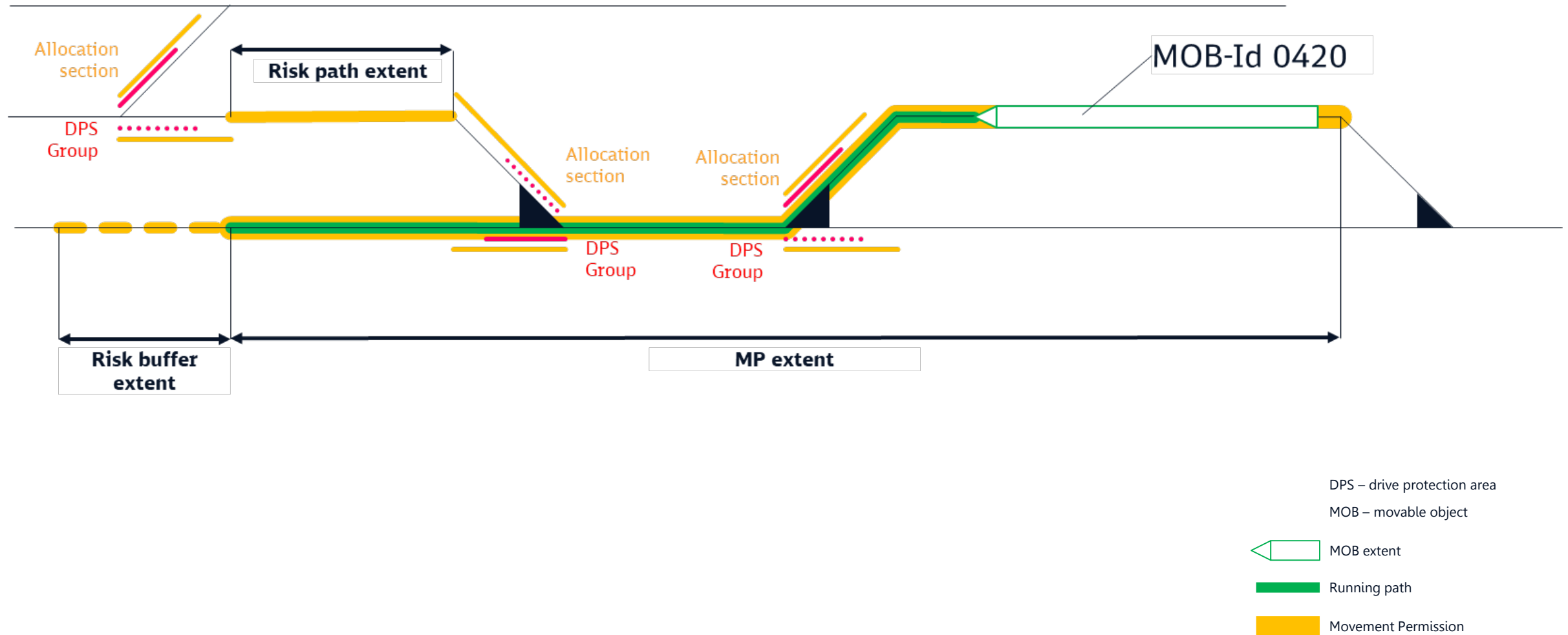
Zugorientierter Ansatz als Treiber der Innovation



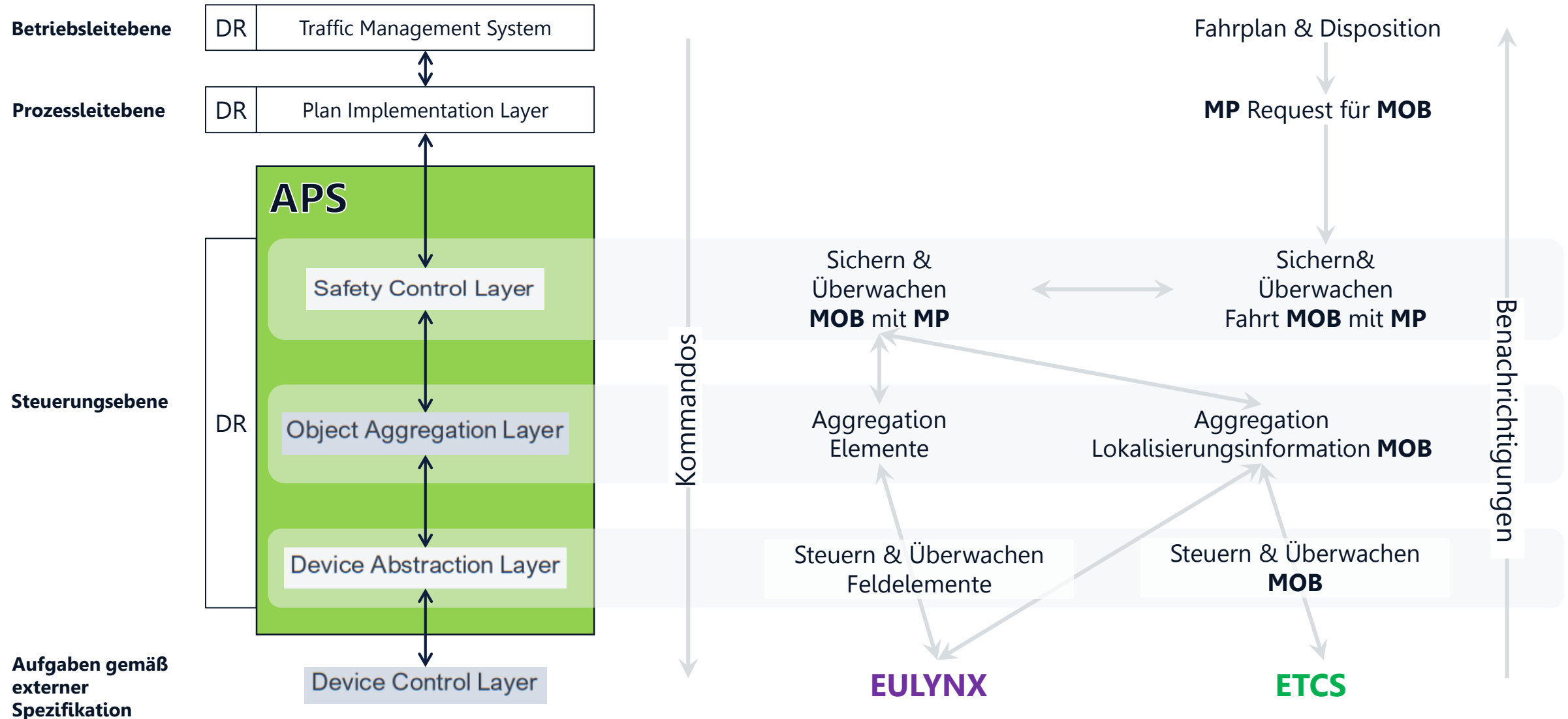
Zugorientierter Ansatz als Teiber der Innovation



- ▶ Eisenbahnfahrzeug
- Belegter Fahrwegabschnitt
- Fahrstraße mit Start- und Zielsignal
- ◀ MOB extent
- Movement Permission

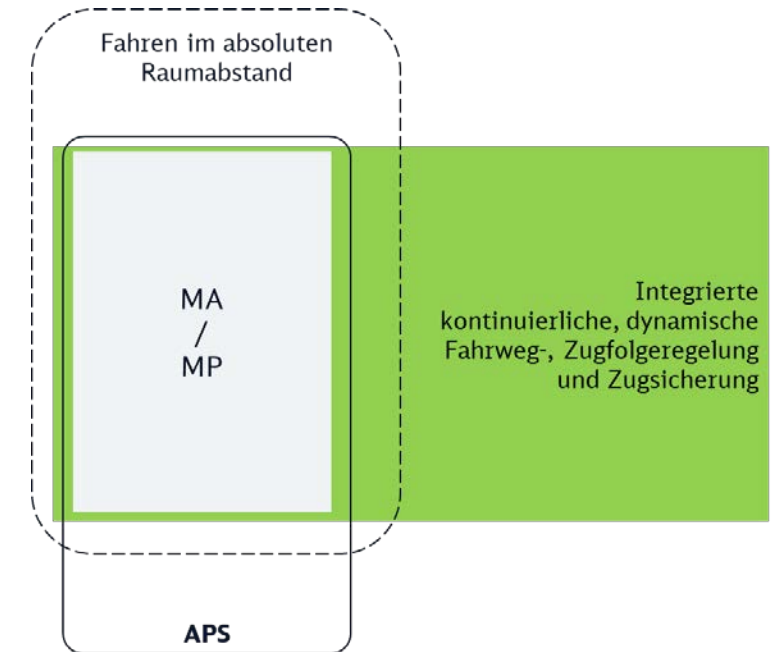


Zugorientierter Ansatz als Treiber der Innovation



Vorteile des zugorientierten Ansatzes im Systemansatz

- Generische und von der konkreten Topologie unabhängige Sicherungslogik
- Unterstützung des Fahrens im absoluten Bremswegabstand
- Unabhängig von der Qualität externer Faktoren (wie z.B. Vertrauensintervall, Zugortung) durch Datenaggregation
- Erhöhung der Sicherheit für Instandhaltungs- und Bauarbeiten im Gleis (Personal und Maschinen als Sicherungsobjekte in der Sicherungslogik)
- Zugorientierte Sicherungslogik kann auch von blockzentrischer Leitebene gesteuert werden – und anders herum
- Verringerung der Komplexität durch strikte Aufteilung der Geschäftslogik auf Betriebs-/Prozessleitebene (dispositive Führung) und Steuerungsebene (sicherungstechnische Führung)
- Änderung der Infrastruktur/Topologie zur Laufzeit möglich

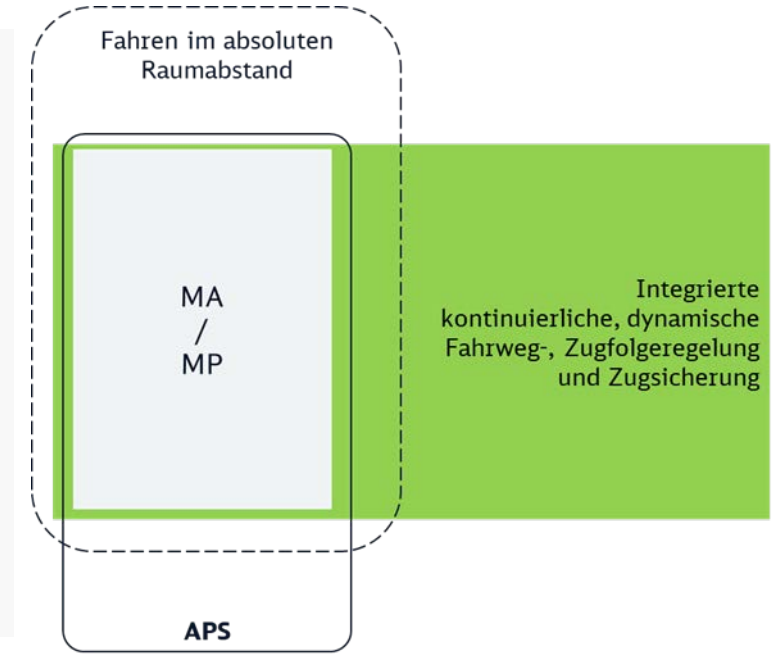


→ *Beitrag zur Steigerung der Kapazität im Bestandsnetz durch Wechsel auf das Fahren im absoluten Bremswegabstand*

→ *Basis zur Vereinfachung betrieblicher Regeln*

Vorteile des zugorientierten Ansatzes in der Planung

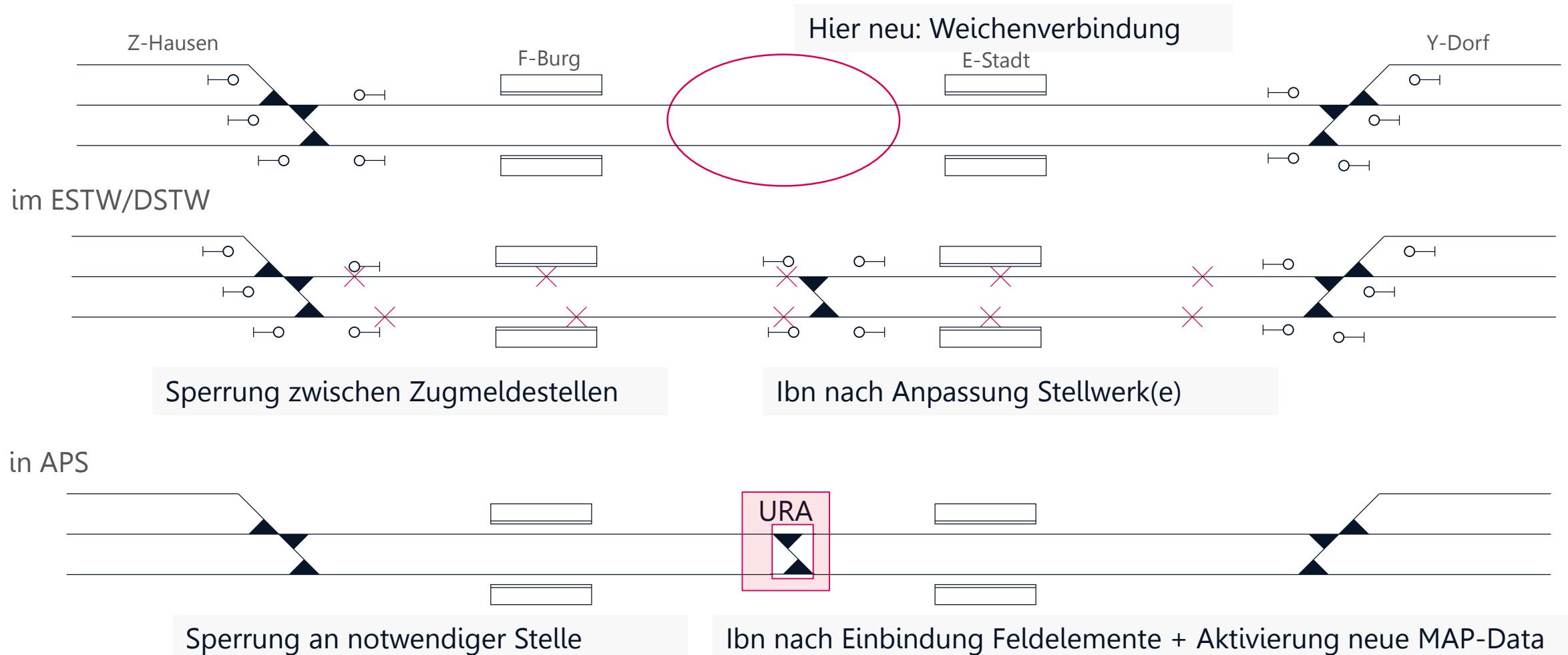
- weniger Außenelemente (z.B. Lichtsignale oder GFM-Anlagen)
- PT1 in der heutigen Form nicht mehr notwendig (z.B. entfällt die Planung von festen Fahrwegabschnitten/Fahrstraßen und Signalstandorten)
- Exakte Daten über die Infrastruktur
- Reduktion der Aufwände zur Herstellung konsistenter Daten
- Reduktion der zeitlichen Planungsaufwände gegenüber der digitalen Planung von L2oS um 1/3



- Vereinfachung der projektbezogenen LST-Planung und LST-Abnahme (auch Planungsregeln, Entfall Standardisierter Verfahren)
- weniger LST-Planung bei Umbau von bestehender Schieneninfrastruktur führt zu einer Verbesserung der Kostenstruktur dieser Maßnahmen
- Beschleunigung des Rollouts und der Instandhaltung

Beispiel Vorteil zugorientierter Ansatz in der Sicherungslogik

Änderung der Infrastruktur/Topologie zur Laufzeit möglich



1 Motivation für Innovation

2 Zugorientierter Ansatz als Treiber der Innovation

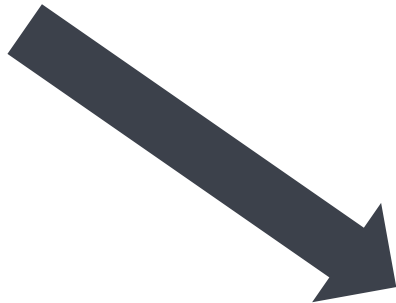
3 Spannungsfeld im europäischen Kontext

RCA goes to System and Innovation Pillar

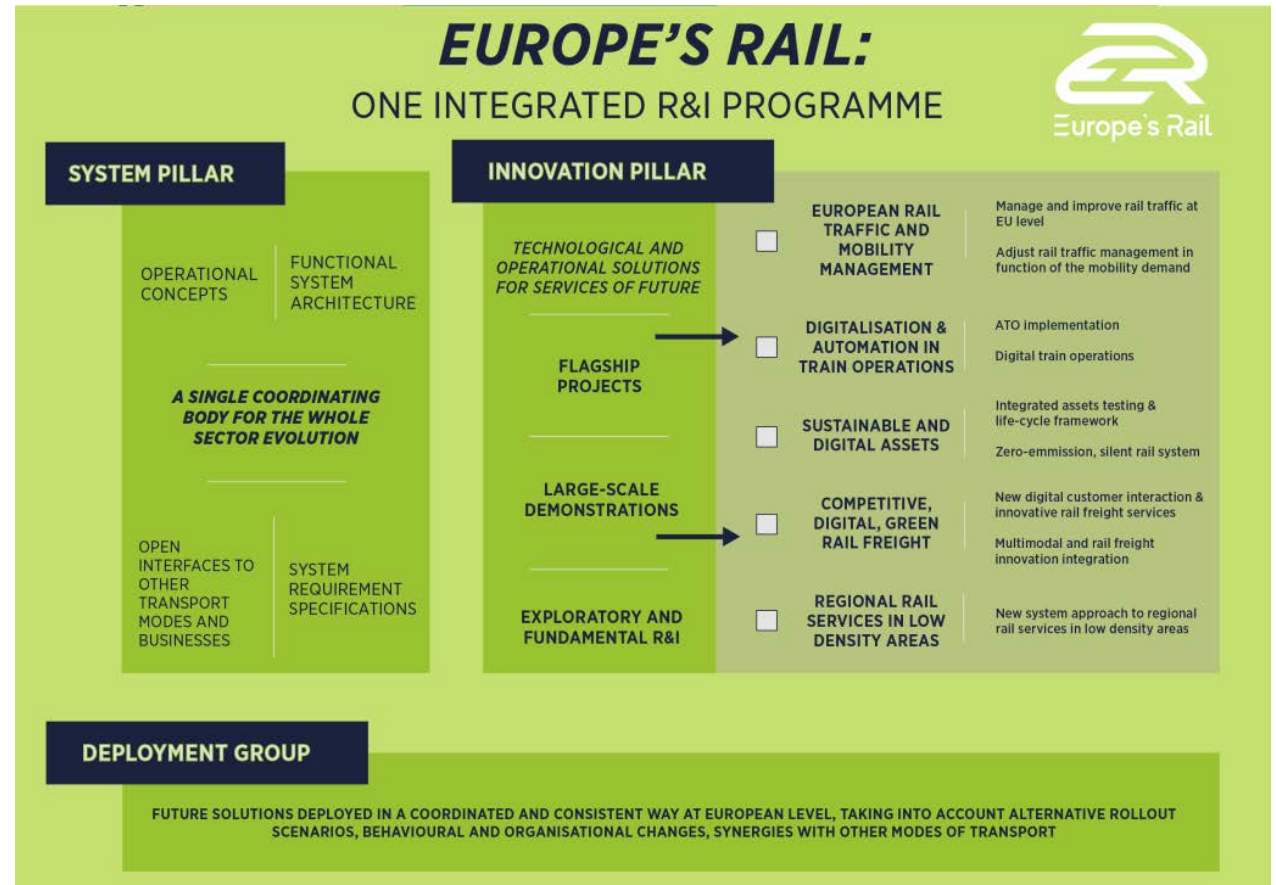


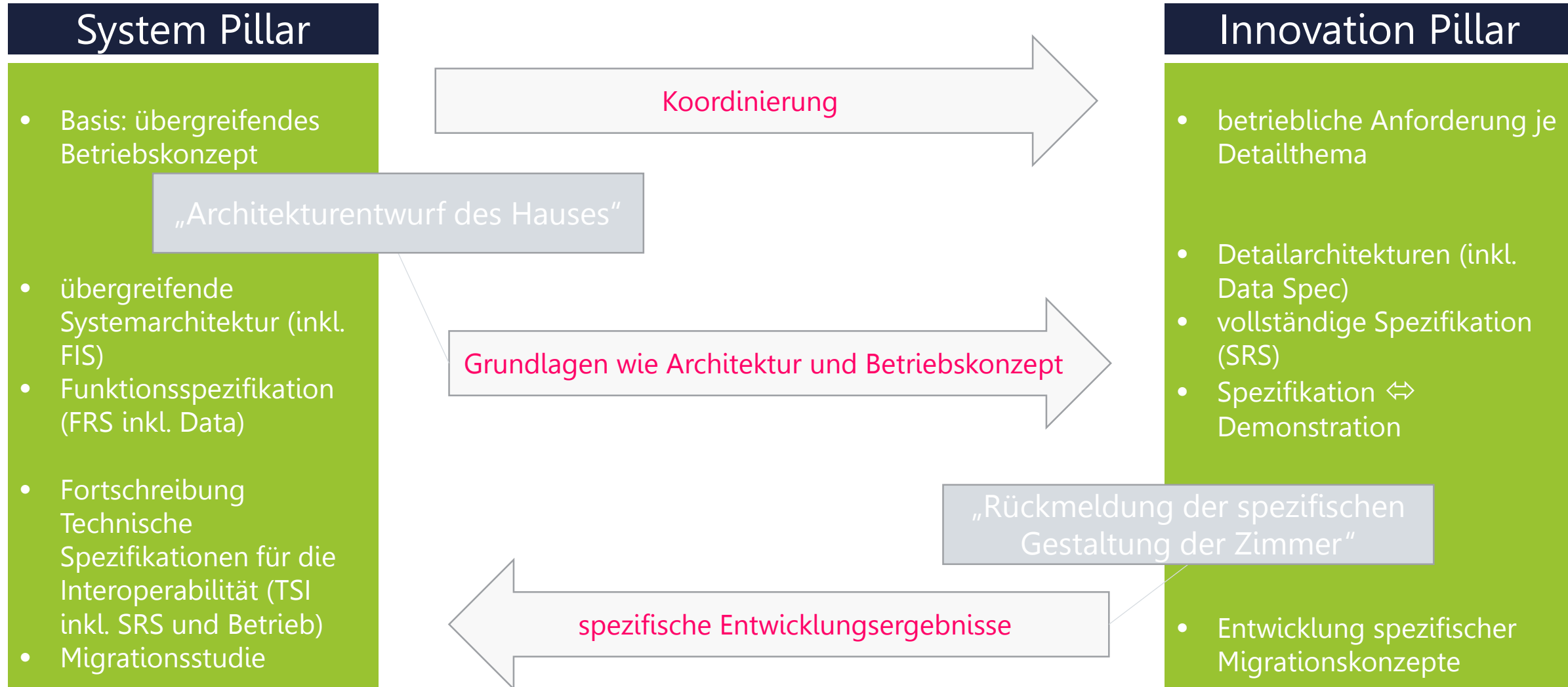
als freiwilliger
Zusammenschluss der
Infrastrukturbetreiber

RCA
Reference CCS
Architecture



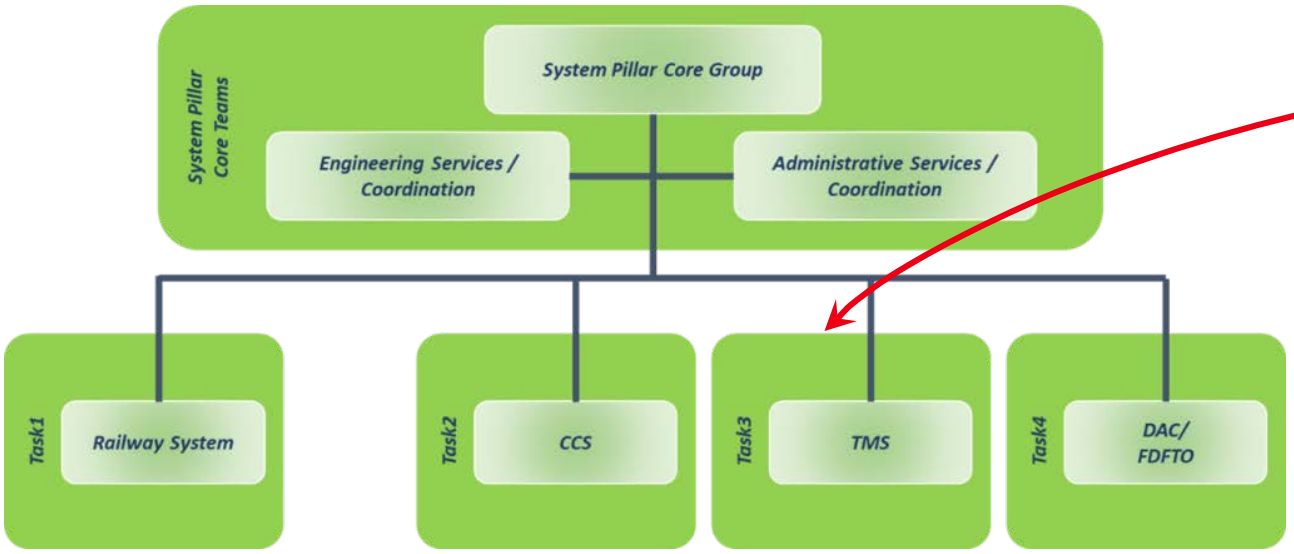
Teil der Forschungs- und
Innovationsprogrammatik der
Europäischen Kommission mit
Industrie und
Infrastrukturbetreibern





System Pillar

Innovation Pillar



RCA: Plan Execution (PE)

X2RAIL 5

+ Operation Design als Querschnittsaufgabe

RCA:

- Advanced Protection System (APS)
- Digital Register (DR)